

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-244013

(43)Date of publication of application : 14.09.1998

(51)Int.Cl.

A61N 5/10

(21)Application number : 09-048638

(71)Applicant : TECHNOL RES ASSOC OF MEDICAL & WELFARE APPARATUS

(22)Date of filing : 04.03.1997

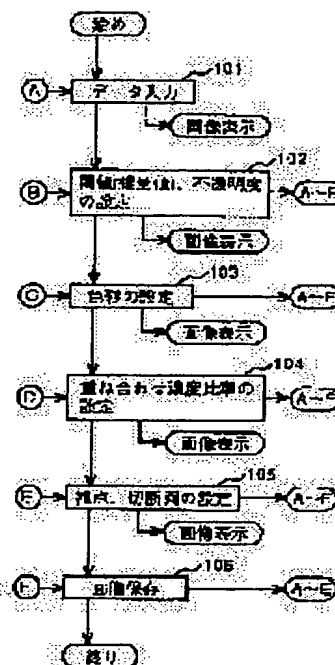
(72)Inventor : KATO CHIAKI
SANO KOICHI

(54) THREE-DIMENSIONAL IMAGE PROCESSING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable three-dimensional display by superposition using the same image processing by providing a process of setting a threshold value, the opacity, an arbitrary cut surface, a color, and the density proportion of superposition for each data, and setting a visual point of the superposed three-dimensional display in an arbitrary direction.

SOLUTION: Data on the three-dimensional human body, and extract tissue coordinate, does distribution and visual point direction is input (S101). The threshold value of the three-dimensional human body and tissue extract data, the opacity, the dose value of the three-dimensional dose distribution data and the opacity are set individually (S102). The colors of the three-dimensional human body and extract tissue and dose distribution data are set individually (S103). The density proportion is set to the maximum value where the three-dimensional human body, extract tissue and dose distribution data are superposed (S104). The visual point of the superposed three-dimensional image is set, and the cut surfaces of the three-dimensional human body, extract tissue and dose distribution data are set individually (S105).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.03.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2891350

[Date of registration] 26.02.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 25.10.2000

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-244013

(43)公開日 平成10年(1998) 9月14日

(51)Int.Cl.⁹

A 6 1 N 5/10

識別記号

F I

A 6 1 N 5/10

P

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平9-48638

(22)出願日 平成9年(1997) 3月4日

(71)出願人 590002404

技術研究組合医療福祉機器研究所
東京都港区芝公園3丁目5番8号

(72)発明者 加藤 千昭

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 佐野 耕一

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
式会社日立製作所システム開発研究所内

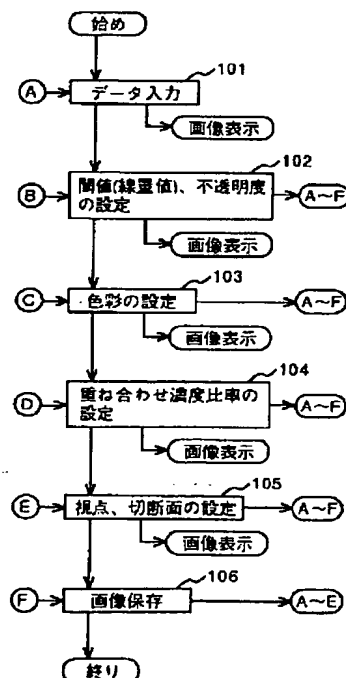
(74)代理人 弁理士 磯村 雅俊

(54)【発明の名称】 三次元画像処理方法

(57)【要約】

【課題】 放射線治療計画の結果である線量分布と人体組織の位置関係、人体内の被爆状態を三次元的に表示する三次元画像処理方法を提供すること。

【解決手段】 三次元配列のボクセルデータとして人体組織と線量分布を扱い、ボリュームレンダリング手法を用いてデータ値に閾値、不透明度、色を設定して人体組織と線量分布の三次元カラー表示を出力する。閾値の設定で、線量分布に対しては指定線量値の線量分布を表示できる。人体組織と線量分布を半透明で重ね合わせて三次元表示する。この三次元表示を任意の方向から観察したり、任意の切断面で切断して内部構造を観察することができる。設定は結果の表示を観察しながら対話的に行える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像データおよび外部からの命令を入力する入力装置と、入力された画像データを外部からの命令により処理するコンピュータと、処理結果を表示する表示装置と、処理結果を記憶する記憶装置を有する治療計画装置と、該治療計画装置の処理結果に基づいてガントリ、照射ヘッド、治療寝台の位置・方向、および、加速器のエネルギーを制御する手段を有する放射線治療装置から構成される放射線治療システムにおける三次元画像処理方法であって、ボクセルデータとして三次元配列に人体の画像濃度値を格納した人体データ、ボクセルデータとして三次元配列に線量値を格納した線量分布データおよび注目組織領域の位置を格納した抽出組織座標データを前記入力装置から入力して、前記コンピュータの処理により前記抽出組織座標データを前記人体データに対応させて三次元配列に抽出組織の画像濃度値を格納した抽出組織データをボクセルデータとして作成し、前記コンピュータの処理により前記人体データ、前記抽出組織データおよび前記線量分布データを重ね合わせて前記表示装置に三次元表示する際、前記各データに対して、閾値を設定する処理と、不透明度を設定する処理と、任意切断面を設定する処理と、色を設定する処理と、重ね合わせの濃度比率を設定する処理と、重ね合わせた三次元表示の視点を任意方向に設定する処理を有することを特徴とする三次元画像処理方法。

【請求項2】 前記閾値を設定する処理は、前記人体データと前記抽出組織データについては人体あるいは抽出組織の表面位置を設定する処理と、前記線量分布データについては指定線量以上の領域を設定する処理と、これらのデータを重ね合わせて三次元表示する処理と、当該指定線量以上の領域内に抽出組織があるかどうか、あるいは、当該指定線量以上の領域外に抽出組織があるかどうかを対話的に確認させる処理を有することを特徴とする請求項1記載の三次元画像処理方法。

【請求項3】 前記不透明度を設定する処理は、前記人体データ、前記抽出組織データおよび前記線量分布データについてボクセル内のデータ値からそのボクセルにおける不透明度を設定する処理と、これらのデータを重ね合わせて三次元表示する処理と、設定された不透明度が適切であるかどうかを対話的に確認させる処理を有することを特徴とする請求項1記載の三次元画像処理方法。

【請求項4】 前記任意切断面を設定する処理は、前記人体データ、前記抽出組織データおよび前記線量分布データの各々に対してそれぞれ複数の切断面を任意位置に設定する処理と、これらのデータを重ね合わせて三次元表示する処理と、設定された切断面の位置が適切であるかどうかを対話的に確認させる処理を有することを特徴とする請求項1記載の三次元画像処理方法。

【請求項5】 前記色を設定する処理は、前記人体データ、前記抽出組織データおよび前記線量分布データの各

々に対して任意の色を設定する処理と、これらのデータを重ね合わせて三次元表示する処理と、設定された色が適切であるかどうかを対話的に確認させる処理を有することを特徴とする請求項1記載の三次元画像処理方法。

【請求項6】 前記重ね合わせの濃度比率を設定する処理は、前記人体データ、当該抽出組織データおよび前記線量分布データの各々に対して、それぞれの最大値に対する比率を設定する処理と、これらのデータを重ね合わせて三次元表示する処理と、設定された濃度比率が適切であるかどうかを対話的に確認させる処理を有することを特徴とする請求項1記載の三次元画像処理方法。

【請求項7】 前記視点を任意方向に設定する処理は、前記人体データ、前記抽出組織データおよび前記線量分布データが重ね合わされた三次元表示における視点方向を、当該治療計画装置において事前に設定した複数の線源方向から任意のものを選択して設定する処理と、これらのデータを重ね合わせて三次元表示する処理と、設定された視点方向が適切であるかどうかを対話的に確認させる処理を有することを特徴とする請求項1記載の三次元画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は三次元画像処理方法に関し、特に放射線治療の分野に利用するに好適な、正常組織への被爆を極力抑え、かつ、腫瘍等へ線量を効果的に与えるような放射線治療計画を立案する過程において、人体組織と計算により求めた線量分布とを重ね合わせた三次元表示を出力することによって治療計画を視覚的に評価するための三次元画像処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】放射線治療においては、治療に先立って正常組織への被爆を最小限に留め、かつ、病巣部の腫瘍等に治療効果のある線量を与えるような照射方法を求める。この過程は、一般に「治療計画」と言われる。治療計画では、ある照射方法に対する線量分布を数値計算で求めて、これが上述の条件を満足するものか否かを、各種の方法で評価する。条件を満足しない場合は、照射方法を再検討して治療計画を立案し直す。満足する場合は、その照射方法を治療に適用する。このような一連の治療計画の過程における評価の段階で、三次元画像処理を用いた三次元表示を利用する方法がある。例えば、治療計画で求めた線量分布を人体組織と重ね合わせて表示し、それを任意の方向から観察して、人体組織と線量分布の位置関係を評価したり、指定した線量値の線量分布を人体組織と重ね合わせて腫瘍全体に効果的な線量を与えているのかどうか等を評価する。従来は、メモリ容量を小さく抑えるため、人体、注目組織(腫瘍、重要組織など)の線量分布の表面だけを何等かの領域指定法に基づいて取り出してベクトルデータとしてメモリに記憶し、これ

らを半透明、あるいは、不透明な表示を用いて重ね合わせ、三次元表示を行っていた。例えば、稲邑：「放射線治療計画システム」(篠原出版、1992)では、ミシガン大における合成表示を例に挙げている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、人体や注目組織の表面位置を決定するのは、一般には容易なことではなく、出力された三次元表示を観察しながら試行錯誤的に決めなければならないことが多い。そのために、例えば、Robert A. Drebin 他：「色・透明感を自然に表わせるボリューム・レンダリング手法」(N I K K E I Computer Graphics, vol.12, 152/163, (1988))にあるように、ボクセルからなる三次元配列に人体や注目組織の画像濃度値を格納したボクセルデータを用いて、後述するボリュームレンダリングという表示により対話的に表面位置を決めていく方法が考えられる。線量分布の表面位置は、線量値を指定すれば簡単に決定できるが、これをベクトルデータとして記憶し、ボクセルデータである人体や注目組織と重ね合わせて三次元表示する場合、両者のデータ形式の整合性が問題となる。そこで、表面位置を自在に変化させて適切な表面を見つけ出すことが可能であって、かつ、統一したデータ形式で人体組織と線量分布を扱うことが可能な画像処理方法を適用することが考えられる。本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、従来の技術における上述の如き問題を解消し、人体、注目組織および線量分布をボクセルからなる三次元配列のデータ形式で扱い、かつ、ボクセルからなる三次元配列のデータを二次元平面上に投影して三次元画像を生成する方法の一つであるボリュームレンダリング手法を用いることによって、人体や注目組織の表面位置、あるいは、線量分布の線量値を自在に変化させて、それらの表面を決定するための方法、および、同一の画像処理によってこれらを重ね合わせて三次元表示するための画像処理方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の上述の目的は、画像データおよび外部からの命令を入力する入力装置と、入力された画像データを外部からの命令により処理するコンピュータと、処理結果を表示する表示装置と、処理結果を記憶する記憶装置を有する治療計画装置と、該治療計画装置の処理結果に基づいてガントリ・照射ヘッド・治療寝台の位置・方向、および、加速器のエネルギーを制御する手段を有する放射線治療装置から構成される放射線治療システムにおける三次元画像処理方法であって、ボクセルデータとして三次元配列に人体の画像濃

度値を格納した人体データ、ボクセルデータとして三次元配列に線量値を格納した線量分布データおよび注目組織領域の位置を格納した抽出組織座標データを前記入力装置から入力して、前記コンピュータの処理により前記抽出組織座標データを前記人体データに対応させて三次元配列に抽出組織の画像濃度値を格納した抽出組織データをボクセルデータとして作成し、前記コンピュータの処理により前記人体データ、前記抽出組織データおよび前記線量分布データを重ね合わせて前記表示装置に三次元表示する際、前記各データに対して、閾値を設定する処理と、不透明度を設定する処理と、任意切断面を設定する処理と、色を設定する処理と、重ね合わせの濃度比率を設定する処理と、重ね合わせた三次元表示の視点を任意方向に設定する処理を有することを特徴とする三次元画像処理方法によって達成される。

【0005】より具体的に説明すると、下記の通りである。

1. ボクセルデータ

人体データと抽出組織座標データから抽出組織の画像濃度値を、抽出組織データとして、ボクセルからなる三次元配列に格納する手段を提供する。また、ボクセルからなる三次元配列に格納したデータ形式、すなわち、ボクセルデータとして、人体データ、抽出組織データおよび線量分布データをハンドリングする手段を提供する。

2. ボリュームレンダリング

図5に、ボリュームレンダリングの概念図を示す。三次元画像データ501に入射して来た光線502がボクセル503を通過するとき、光量が順次減衰していきながら、各ボクセル503で光を反射するモデルを考え、これらのボクセル503からの反射光の総和を、投影面504上の画像濃度値とするものである。具体的には、以下ようになる。三次元画像データを投影する平面上のある点から三次元画像データに向けて垂線を立て、これを光路と考え、垂線が通過するボクセルに注目する。これらのボクセルには不透明度を割り当てる。透明なら0、不透明なら1とする。あるボクセルに注目したとき、そのボクセルに入射する減衰した光量を、それまでに光線が通過したボクセルの不透明度から計算し、これに注目するボクセルの画像濃度値と不透明度をかけて、反射光量を計算する。垂線上の全ボクセルに対してこの処理を行い、全ボクセルの反射光量の総和を求める。この値を以て投影面上の画像濃度値とする。各ボクセルの不透明度、画像濃度値をそれぞれ、 $\alpha(1), C(1), \dots, \alpha(n), C(n)$ とすれば、投影面上の画像濃度値Pは、以下ようになる。

【数1】

$$P = \sum_{i=1}^n \alpha(i) \cdot C(i) \cdot A(i)$$

ただし、

$$A(i) = \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \alpha(j)), A(1) = 1$$

ここで、 $A(i)$ は*i*番目のボクセルに入射する光の透過率を表わしている。

【0006】3.パラメータ設定

ポリウムレンダリングに必要な画像濃度に対する閾値を設定する手段と、不透明度を設定する手段を提供する。閾値は、画像濃度値の最小値から最大値の任意値に設定可能とする。閾値が設定されると、その値に応じて画像濃度値と不透明度を関係させる関数を作る。ただし、この関数には、不透明度をコントロールするパラメータがあり、それを設定することで、各ボクセルに割り当てた不透明度をコントロール可能とする。例えば、図6では、閾値601を決めた後、直線で画像濃度値と不透明度を関係付ける関数を与え、直線の傾き602をコントロールして、各ボクセルの画像濃度値から不透明度を設定する。以下の説明では、この傾きのようなパラメータの値を設定することを、「不透明度を設定する」と表現する。なお、線量分布データに関しては、閾値の設定は、指定した線量値以上のデータに注目することになるので、以下の説明では、線量分布データの閾値の設定を「線量値の設定」と表現する。更に、切断面位置を設定する手段、色を設定する手段、重ね合わせの濃度比率を設定する手段および視点方向を設定する手段も提供する。切断面位置は、データが格納されている三次元配列の範囲内で任意位置に設定可能とする。色は、RGB三原色の各色の濃度値を指定することで、任意の色を設定可能とする。重ね合わせの濃度比率は、人体データ、抽出組織データおよび線量分布データの各々について、その最大値に対する比率を設定可能とする。視点方向は、治療計画において事前に決定しておいた、複数の線源方向のどれかを選択して設定可能とする。ただし、線源方向は、データが格納されている三次元配列の範囲内の一点を中心として決められた方向とする。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明に係る三次元画像処理方法においては、上記手段により、人体データ、抽出組織データ、線量分布データおよび視点方向データを使用して計算で求めた線量分布データを重ね合わせて三次元表示する際に、人体データ、抽出組織データおよび線量分布データに対して、閾値を設定する処理、不透明度を設定する処理、任意切断面を設定する処理、色を設定する処理、重ね合わせの濃度比率を設定する処理、重ね合わせた三次元表示の視点方向を設定する処理および重ね合わせた三次元画像を表示する処理を実現することが可能になる。図10に、重ね合わせ三次元画像の表示例を示す。最大線量値を100%標的線量としたとき、例え

ば、線量分布を10%標的線量1004以上の領域で表示すれば、肺の下部にある腫瘍1001は完全にその領域内に包含され、線量分布を95%標的線量1003以上の領域で表示すれば、腫瘍1001はその領域を少しはみ出すことを観察することができ、腫瘍1001に対して効果的な線量が与えられていることを確認できる。

【0008】また、放射線をあまり照射すべきでない重要組織である背骨1002は10%標的線量1004以上の線量分布領域の外側にあって、線量があまり与えられていないことも確認できる。更に、切断面位置や視点方向を変更すれば、人体組織と線量分布の位置関係はより明確にわかるようになる。従って、上記手段を用いれば、致死線量以上の領域に腫瘍が包含されているかどうかの確認や、耐用線量以上の領域の外側に重要組織が存在するかどうかの確認、あるいは、人体組織全体と線量分布の位置関係から全体的な被爆状態なども確認可能となる。また、人体データ、抽出組織データおよび線量分布データを共にボクセルデータとして扱うので、上述の設定はどのデータに対しても同一の処理で行うことが可能であり、データの重ね合わせや三次元画像表示にも特別な処理は伴わない。なお、上で述べたポリウムレンダリングで、画像濃度値の代わりにRGB三原色の濃度値を用いても画像処理上、特に支障はない。以下、本発明の実施例を図面に基づいてより詳細に説明する。

【0009】

【実施例】最初に本発明を適用可能な放射線治療システム、治療計画装置の一例を示し、次に本発明の実施例を図1～4を用いて説明する。図7に放射線治療システムの一例を示す。X線CT装置701から得られる人体断層像は、治療計画装置702に入力される。治療計画装置702では、放射線の照射条件が、立案者703の入力により、あるいは、治療計画装置702内の自動的な計算処理により、決定される。放射線の照射条件は、治療装置704内の制御装置705へ入力され、その照射条件に従って、電子加速器706のエネルギー、ガントリ707の回転角度や回転軌道位置、照射ヘッド708の照射野の大きさおよび治療寝台709の水平・垂直平行移動位置や回転角度などが、制御装置705によってコントロールされる。治療計画装置702は、図8に示す如きコンピュータシステムを指す。このシステムは、コンピュータ801本体の他に、データを入力するための入力装置802、結果を表示する表示装置803および結果を保存するための記憶装置804から構成される。

【0010】図9に、治療計画装置702の内部処理機構の一例を示す。治療計画装置702では、組織抽出902、最適化計算903、制約条件設定・変更904、目的関数設定・変更905、線量分布計算906、表示計算907などの計算処理部分が、入出力部であるインターフェイス901を介して、画像データ908、抽出データ909、制約条件910、パラメータ911、結果表示912、照射条件913、線量分布データ914などの、記憶装置や表示装置の中の入出力データと接続している。治療計画では、まず、画像データ908を入力し、組織抽出802において、抽出する範囲などのパラメータ911を入力して、抽出結果を得る。その結果を抽出データ909として、記憶装置804に保存する。次に、照射条件913の初期値を入力し、最適化計算903において、適宜パラメータ911を入力しながら、制約条件設定・変更904、目的関数設定・変更905、線量分布計算906の処理を繰り返して行い、最適な照射条件913と、その条件下の線量分布データ914を求め、これらを記憶装置804に保存する。この途中で、表示計算907により、例えば、線量分布の状態を、結果表示912として出力することも行う。

【0011】実施例1

本実施例は、人体、抽出組織、線量分布を重ね合わせた三次元画像を、一回作成してしまえば、その後は、閾値(線量値)、不透明度、色、重ね合わせの濃度比率、視点、切断面のいずれの設定も、順不同で繰り返して行うことが可能な例である。ただし、人体、抽出組織あるいは線量分布のどれかで視点を変更すれば、連動して、その視点が他のものにも適用される。ここで、視点は、治療計画装置において事前に決定した線源方向から、任意のものを選択して設定するものとする。最終的にどんな画像を保存すべきか、事前にはよくわからず、何回か設定条件を調整しないと、適切な画像を得られにくい場合、あるいは、設定条件をいろいろ変えて、その都度、画像を保存したい場合などに適した例である。この例を、図1を用いて説明する。まず、新規に重ね合わせ三次元画像を作成する場合について説明する。

【0012】ステップ101：三次元人体データ、三次元抽出組織座標データ、三次元線量分布データおよび視点方向データを入力する。ここでは、所望のデータであるかどうかを確認するため、三次元人体データのスライス像を、何枚か表示する。所望のデータであれば、三次元人体データと三次元抽出組織座標データから、抽出組織の画像濃度値を三次元配列に格納した三次元抽出組織データを生成して、次ステップへ進み、そうでなければ、再度データ入力を行う。

ステップ102：三次元人体データと三次元組織抽出データの閾値と不透明度の設定、および、三次元線量分布データの線量値と不透明度の設定を、それぞれ別個に行う。どの設定の後も、直ちに、その値に応じてボリュー

ムレンダリングされた三次元画像が表示される。これら3種類の三次元画像に対して所望のものが得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

【0013】ステップ103：三次元人体データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データの色を、それぞれに対して別個に設定する。どの設定の後も、直ちにその値に応じて着色された三次元画像が表示される。これら3種類の三次元画像に対して所望のものが得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

ステップ104：三次元人体データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データを重ね合わせ、各データについて、その最大値に対して濃度比率を設定する。どの設定の後も、直ちに、その値に応じて重ね合わされた三次元画像が表示される。所望の重ね合わされた三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

【0014】ステップ105：重ね合わされた三次元画像の視点を設定し、かつ、三次元人体データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データの切断面を、それぞれに対して別個に設定する。どの設定の後も、直ちに、その値に応じて重ね合わされた三次元画像が表示される。引き続き処理を行うならば、ステップ101～ステップ105のいずれかに進む。また、画像を保存するならば次ステップへ進む。

ステップ106：重ね合わされた三次元画像を、設定された視点方向から見た二次元画像として記憶装置に保存する。引き続き行う処理があればステップ101～ステップ105のいずれかに進む、そうでなければ処理を終了する。

【0015】次に、作成された重ね合わせ三次元画像を更新する場合について説明する。

ステップ102：三次元人体データと三次元抽出組織データの閾値と不透明度の設定、および、三次元線量分布データの線量値と不透明度の設定を、それぞれ別個に行う。どの設定の後も、直ちに、その値に応じてボリュームレンダリングされた三次元画像が表示される。引き続き更新処理を行うならば、ステップ102～ステップ105のいずれかに進む、新規処理を行うならばステップ101へ進み、画像を保存するならばステップ106へ進む。

ステップ103：三次元人体データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データの色を、それぞれに対して別個に設定する。どの設定の後も、直ちにその値に応じて着色された三次元画像が表示される。引き続き更新処理を行うならばステップ102～ステップ105のいずれかに進む、新規処理を行うならばステップ101へ進み、画像を保存するならばステップ106へ進む。

【0016】ステップ104：三次元人体データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データを重ね合

わせ、各データについて、その最大値に対して濃度比率を設定する。どの設定の後も、直ちに、その値に応じて重ね合わされた三次元画像が表示される。引き続き更新処理を行うならばステップ102～ステップ105のいずれかに進み、新規処理を行うならばステップ101へ進み、画像を保存するならばステップ106へ進む。

ステップ105：重ね合わされた三次元画像の視点を設定し、かつ、三次元人体データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データの切断面を、それぞれに対して別個に設定する。どの設定の後も、直ちに、その値に応じて重ね合わされた三次元画像が表示される。引き続き更新処理を行うならばステップ102～ステップ105のいずれかに進み、新規処理を行うならばステップ101へ進み、画像を保存するならばステップ106へ進む。

【0017】実施例2

本実施例は、人体、抽出組織、線量分布を重ね合わせた三次元画像を、一回作成した後で、視点方向と切断面位置の設定だけを何回か変更して、最終的な画像を作成する例である。ただし、視点は、人体、抽出組織、線量分布で、同一とする。ここで、視点は、治療計画装置において事前に決定した線源方向から、任意のものを選択して設定するものとする。閾値(線量値)、不透明度、色は、一回目の画像作成時の設定で十分であり、視点方向や切断面位置の微調整だけで、最終的な画像を作成できる場合に適している。この例を、図2を用いて説明する。

ステップ201：三次元人体データ、三次元抽出組織座標データ、三次元線量分布データおよび視点方向データを入力する。ここでは、所望のデータであるかどうかを確認するため、三次元人体データのスライス像を、何枚か表示する。所望のデータであれば、三次元人体データと三次元抽出組織座標データから、抽出組織の画像濃度値を三次元配列に格納した三次元抽出組織データを生成して、次ステップへ進み、そうでなければ再度データ入力を行う。

【0018】ステップ202：三次元人体データと三次元抽出組織データの閾値、不透明度、視点、切断面を設定する。三次元抽出組織データの視点は、三次元人体データのものと連動して決まる。どの設定の後も、直ちに、その値に応じてボリュームレンダリングされた三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

ステップ203：三次元線量分布データの線量値、不透明度、切断面を設定する。三次元線量分布データの視点は、前ステップの三次元人体データのものと連動して決まる。どの設定の後も、直ちに、その値に応じてボリュームレンダリングされた三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

ステップ204：三次元人体データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データの色を、それぞれに対して別個に設定する。どの設定の後も、直ちにその値に応じて着色された三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

【0019】ステップ205：三次元画像データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データを重ね合わせ、各データについて、その最大値に対して濃度比率を設定する。どの設定の後も、直ちに、その値に応じて重ね合わされた三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

ステップ206：重ね合わされた三次元画像表示の視点、切断面を設定する。どの設定の後も、直ちに、その値に応じて三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。ステップ207：重ね合わされた三次元画像を、設定された視点方向から見た二次元画像として記憶装置804に保存し、処理を終了する。

【0020】実施例3

本実施例は、人体、抽出組織、線量分布に対して閾値(線量値)、不透明度、視点、切断面を設定した後で、設定された視点方向から見た二次元画像で、人体、抽出組織、線量分布の色を設定し、これらを重ね合わせ、個別に濃度比率を設定して、最終的な画像を作成する例である。ここで、視点は、治療計画装置において事前に決定した線源方向から、任意のものを選択して設定するものとする。最初に設定した視点を重ね合わせた後で変更することなく画像を作成する場合に適した例であり、色や濃度比率の設定、重ね合わせは二次元で行うため、高速な処理が可能である。この例を、図3を用いて説明する。

ステップ301：三次元人体データ、三次元抽出組織座標データ、三次元線量分布データおよび視点方向データを入力する。ここでは、所望のデータであるかどうかを確認するため、三次元人体データのスライス像を、何枚か表示する。所望のデータであれば、三次元人体データと三次元抽出組織座標データから、抽出組織の画像濃度値を三次元配列に格納した三次元抽出組織データを生成して、次ステップへ進み、そうでなければ再度データ入力を行う。

【0021】ステップ302：三次元人体データと三次元抽出組織データの閾値、不透明度、視点、切断面を設定する。どの設定の後も、直ちに、その値に応じてボリュームレンダリングされた三次元画像が表示される。三次元抽出組織データの視点は三次元人体データのものと連動して決まる。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

ステップ303：三次元線量分布データの線量値、不透明

明度、切断面を設定する。三次元線量分布データの視点は、前ステップの三次元人体データのものと同様に決まる。どの設定の後にも、直ちに、その値に応じてボリュームレンダリングされた三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

【0022】ステップ304：三次元人体データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データの色を、それぞれに対して別個に設定する。どの設定の後にも、直ちにその値に応じて着色された三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

ステップ305：三次元画像データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データを重ね合わせ、各データについて、その最大値に対して濃度比率を設定する。どの設定の後にも、直ちに、その値に応じて重ね合わされた三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

ステップ306：重ね合わされた三次元画像を、設定された視点方向から見た二次元画像として記憶装置に保存し、処理を終了する。

【0023】実施例4

本実施例は、人体に対しては閾値、不透明度、視点、切断面を設定するが、抽出組織と線量分布に対しては、人体の視点を適用して閾値(線量値)、不透明度だけを設定し、抽出組織と線量分布には切断面を全く設定しない例である。設定された視点方向から見た二次元画像で人体、抽出組織、線量分布の色を設定し、これらを重ね合わせ、個別に濃度比率を設定して最終的な画像を作成するものである。ここで、視点は、治療計画装置において事前に決定した線源方向から任意のものを選択して設定するものとする。切断面のある人体に抽出組織と線量分布をそのまま重ね合わせるだけで画像を作成したい場合に適した例であり、実施例3と同様に、二次元画像処理が多いので高速な処理が可能である。この例を、図4を用いて説明する。

【0024】ステップ401：三次元人体データ、三次元抽出組織座標データ、三次元線量分布データおよび視点方向データを入力する。ここでは、所望のデータであるかどうかを確認するため、三次元人体データのスライス像を、何枚か表示する。所望のデータであれば、三次元人体データと三次元抽出組織座標データから、抽出組織の画像濃度値を三次元配列に格納した三次元抽出組織データを生成して、次ステップへ進み、そうでなければ再度データ入力を行う。

ステップ402：三次元人体データの閾値、不透明度、視点、切断面を設定する。どの設定の後にも、直ちに、その値に応じてボリュームレンダリングされた三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

【0025】ステップ403：三次元抽出組織データと三次元線量分布データの閾値(線量値)、不透明度を設定する。これらの視点は、前ステップの三次元人体データのものと同様に決まる。どの設定の後にも、直ちに、その値に応じてボリュームレンダリングされた三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

ステップ404：三次元人体データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データの色を、それぞれに対して別個に設定する。どの設定の後にも、直ちにその値に応じて着色された三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

【0026】ステップ405：三次元人体データ、三次元抽出組織データおよび三次元線量分布データを重ね合わせ、各データについて、その最大値に対して濃度比率を設定する。どの設定の後にも、直ちに、その値に応じて重ね合わされた三次元画像が表示される。所望の三次元画像が得られれば次ステップへ進み、そうでなければ本設定を再度行う。

ステップ406：重ね合わされた三次元画像を、設定された視点方向から見た二次元画像として記憶装置に保存し、処理を終了する。なお、上記各実施例は本発明の一例を示したものであり、本発明はこれらに限定されるべきものではないことは言うまでもないことである。

【0027】

【発明の効果】以上、詳細に説明した如く、本発明によれば、人体や注目組織の表面位置、あるいは、線量分布の線量値を自在に変化させて、それらの表面を決定するための方法、および、同一の画像処理によってこれらを重ね合わせて三次元表示するための画像処理方法を実現できるという顕著な効果を奏するものである。より具体的には、本発明により、人体、抽出組織、線量分布を統一した処理方法で加工することが可能で、対話的な処理で人体組織と線量分布の位置関係や人体組織の被爆状態を三次元的に観察できる。致死線量以上の領域が腫瘍を包含しているか、あるいは、耐用線量以下の領域に重要組織が存在するか、などの確認を直感的に行えるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の概要を説明する図である。

【図2】実施例2の概要を説明する図である。

【図3】実施例3の概要を説明する図である。

【図4】実施例4の概要を説明する図である。

【図5】ボリュームレンダリングの概念を説明する図である。

【図6】画像濃度値と不透明度の関係を示す図である。

【図7】放射線治療システムの構成例を示す図である。

【図8】図7に示した治療計画装置を構成するコンピュ

ータシステムの構成例を示す図である。

【図9】治療計画装置の内部処理機構を示す図である。

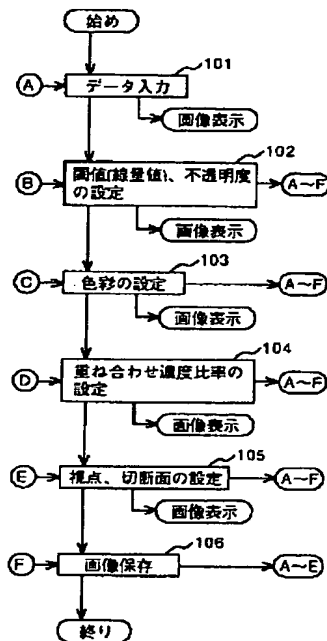
【図10】重ね合わせ三次元画像の表示例を示す図である。

【符号の説明】

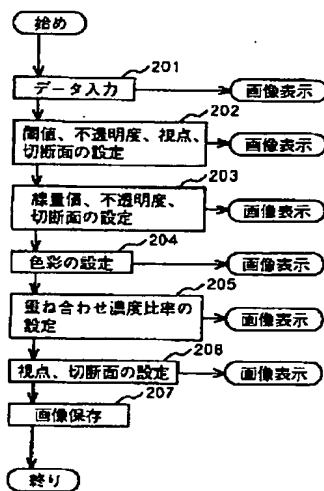
701 X線CT装置
702 治療計画装置
703 立案者
704 治療装置
705 制御装置
706 電子加速器
707 ガントリ
708 照射ヘッド
709 治療寝台
801 コンピュータ
802 入力装置
803 表示装置
804 記憶装置

901 インターフェイス
902 組織抽出
903 最適化計算
904 制約条件設定・変更
905 目的関数設定・変更
906 線量分布計算
907 表示計算
908 画像データ
909 抽出データ
910 制約条件
911 パラメータ
912 結果表示
913 照射条件
914 線量分布データ
1001 腫瘍
1002 背骨
1003 95%標的線量
1004 10%標的線量

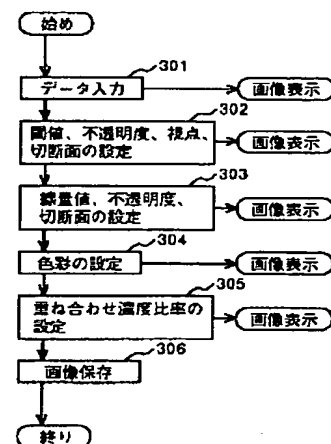
【図1】



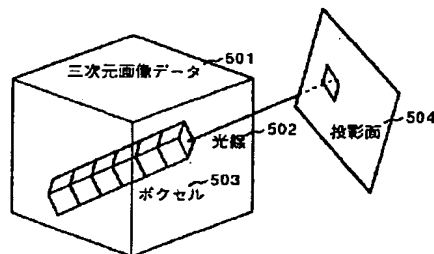
【図2】



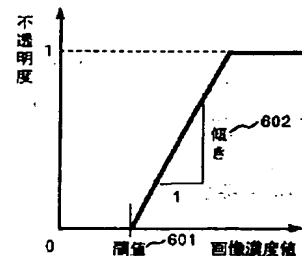
【図3】



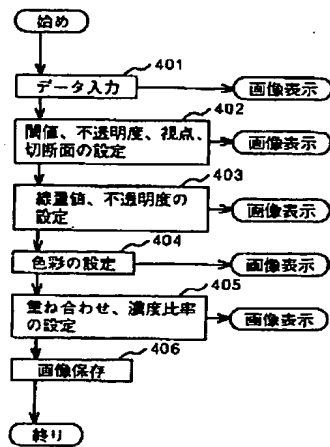
【図5】



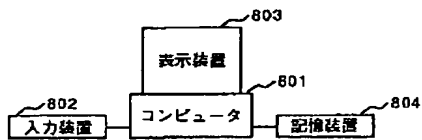
【図6】



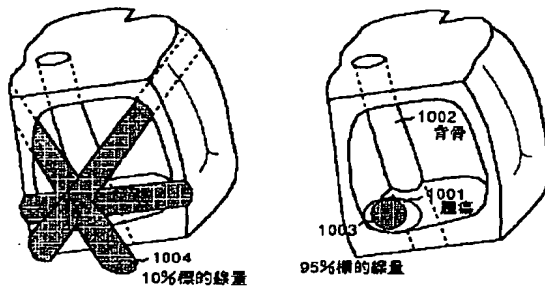
【図4】



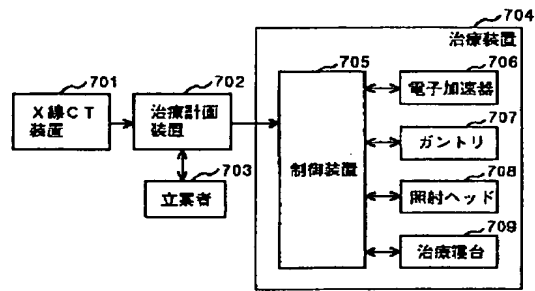
【図8】



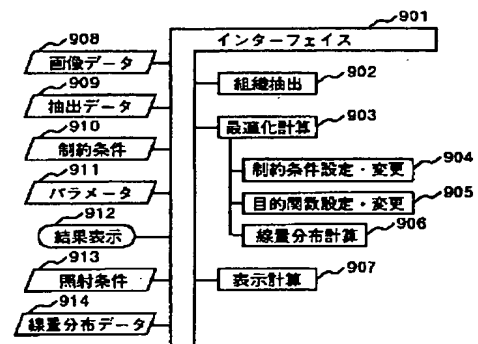
【図10】



【図7】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.